



**This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.**

출 원 번 호 : 특허출원 2003년 제 0061235 호
Application Number 10-2003-0061235

출 원 년 월 일 : 2003년 09월 02일
Date of Application SEP 02, 2003

출 원 인 : 엠스디엔에스테크 주식회사
Applicant(s) MEMS DNS TECH CO.,LTD.

2004 년 9 월 13 일

특 허 청
COMMISSIONER



BEST AVAILABLE COPY

| | | | |
|------------|--|---|-----------|
| | 【서지사항】 | | |
| 특류명 | 특허출원서 | | |
| 특리구분 | 특허 | | |
| 특신처 | 특허청장 | | |
| 발조번호 | 0250 | | |
| 출원일자 | 2003.09.02 | | |
| 발명의 명칭 | 인 -서류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템 | | |
| 발명의 영문명칭 | Ultra sensitive in-situ magnetometer system | | |
| 출원인 | | | |
| 【성명】 | 민동훈 | | |
| 【출원인코드】 | 4-2003-033241-7 | | |
| 대리인 | | | |
| 【성명】 | 김인한 | | |
| 【대리인코드】 | 9-2003-000087-5 | | |
| 【포괄위임등록번호】 | 2003-060895-0 | | |
| 대리인 | | | |
| 【성명】 | 김희곤 | | |
| 【대리인코드】 | 9-2003-000269-0 | | |
| 【포괄위임등록번호】 | 2003-060896-7 | | |
| 발명자 | | | |
| 【성명】 | 민동훈 | | |
| 【출원인코드】 | 4-2003-033241-7 | | |
| 특사청구 | 청구 | | |
| 특지 | 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김인한 (인) 대리인 김희곤 (인) | | |
| 특수료 | | | |
| 【기본출원료】 | 20 | 면 | 29,000 원 |
| 【가산출원료】 | 5 | 면 | 5,000 원 |
| 【우선권주장료】 | 0 | 건 | 0 원 |
| 【심사청구료】 | 13 | 항 | 525,000 원 |



| | |
|-----------|-------------------|
| 【합계】 | 559,000 원 |
| 【감면사유】 | 개인 (70%감면) |
| 【감면후 수수료】 | 167,700 원 |
| 【부서류】 | 1. 요약서·명세서(도면)_1종 |

【요약서】

요약

본 발명은 마그네토미터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마그네틱 박막을 V 챔버내에서 증착하여 성장시키는 과정 중 상기 마그네틱 박막의 마그네틱 모멘트 인-시튜 (in-situ)로 서브-모노레이어 (sub-monolayer) 이하의 정밀도로 모니터링할 수 있는 마그네토미터에 관한 것이다.

표도

도 1

어인어

그네토미터, 박막, 캔티레버, 증착헤드, 압전체, 인터페로미터, 위상 고정 루프

【명세서】

〔발명의 명칭〕

인-시튜 마이크로-토크 마그네토메터 시스템 {Ultra sensitive in-situ netometer system}

〔면의 간단한 설명〕

도 1은 본 발명인 마그네토메터의 전체 측정 시스템을 나타낸 도면이다.
 도 2는 증착 헤드 부분의 단면도이다.
 도 3은 캔티레버와 증착 홀 플레이트의 구조를 나타낸 도면이다.
 도 4는 캔티레버와 증착 홀 플레이트가 결합된 구조를 나타낸 도면이다.
 도 5은 캔티레버와 박막의 외형도이다.
 도 6는 박막이 증착된 캔티레버에 회전력 (torque)이 가해지는 원리를 나타낸 도면이다.

본 발명은, 증착 공정에서 증착된 박막의 두께를 측정하는 마그네토메터에 관한 것으로, 특히, 인-시튜 (in-situ)로 증착 공정 중에 증착된 박막의 두께를 측정하는 마그네토메터에 관한 것이다.

〈도면의 주요부분에 대한 간단한 설명〉

| | |
|------------|------------------------|
| 10: 증착 소스 | 20: UHV 챔버 |
| 30: 증착 헤드 | 31: 증착 홀 |
| 32: 증착 쉴드 | 33: 코일 (RF coil) |
| 34: 지지대 | 35: 영구자석 (SmCo magnet) |
| 36: 세라믹 물질 | 37: 도전체 |
| 38: 하부 전극 | 39: 상부 전극 |

| | |
|---------------------|------------------------|
| 40: 파이버 | 41: 파이버 코일 |
| 42: 클래드 | 43: SUB 포토레지스트 |
| 44: 제 2 구리판 | 45: 제 1 구리판 |
| 46: 캔티레버 | 46a: 캔티레버의 프레임 (frame) |
| 46b: 캔티레버의 레그 (leg) | 47c: 캔티레버의 패들 (peddle) |
| 47: 압전체 | 48: 증착 홀 플레이트 |
| 49: 스크루 | 50: 인터페로메터 |
| 60: 위상 고정 루프 | 61: 위상 감지부 |
| 62: 루프 필터 | 63: 전압제어 오실레이터 |
| 70: 고전압 증폭부 | 80: 앰프 |
| 90: 오실레이터 | 100: 락-인 앰프 |
| 110: 컴퓨터 | |

발명의 상세한 설명】

발명의 목적】

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 마그네토메터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 마그네틱 박막을 V 챔버내에서 증착하여 성장시키는 과정 중 상기 마그네틱 박막의 마그네틱 모멘트 인-시튜 (in-situ)로 서브-모노레이어 (sub-monolayer) 이하의 정밀도로 모니터링할 수 있는 마그네토메터에 관한 것이다.

종래의 기술로는 스쿼드 (Squid) , 셴파 (SEMPA) 시스템을 비롯하여 몇 가지의 종류가 있다.

일반적으로 자기센서를 구현하기 위해서는 , 홀 효과 (hall effect) , 자기저항효과 , 유도코일 또는 스쿼드 소자 등을 이용하여 자기장을 측정하는 방법이 이용되고 있다.

먼저, 홀 효과를 이용하는 방법은 전류가 흐르고 있는 판에 수직으로 자기장을 가하면 전류의 방향과 자기장의 방향, 두 방향 모두에 수직한 방향으로 전기장이 생하여 기전력이 나타나는 현상을 이용하는 것이다.

다음에 자기저항효과를 이용하는 방법은 전기 저항이 자기장의 세기에 제공에 대하여 변하는 현상을 이용한 것으로 패러데이의 유도법칙을 사용하여 자기장이 유코일에 미치는 영향을 이용하여 자기장 측정을 하는 방법이다.

마지막으로 스쿼드 소자를 이용하는 방법은 초전도 상태에서 나타나는 자속 양화 (flux quantization) 와 조셉슨 효과를 이용하여 10^{-10} 가우스 (Gauss) 까지의 자기의 크기를 측정하는 방법이다.

그러나, 이러한 종래의 시스템으로는 박막을 증착하는 과정중에 박막의 마그네트먼트를 모니터링할 수 없다는 문제점이 있다.

또한, 이러한 종래 시스템으로는 박막이 증착된 후, 진공상태를 깨뜨린 다음에 정하므로, 박막의 산화 (oxidation)를 유발하며, 박막이 증착된 후의 결과만을 볼 있다는 문제점이 있다.

한편, 종래의 일부 시스템의 경우는 진공상태를 깨뜨리지 않고도 측정이 가능하
 7. 증착이 끝난 후의 결과만을 측정한다는 문제점이 있다.

또한 종래의 시스템으로는 마그네틱 박막의 특성을 수 옹스트롬 (Angstrom) 정도
 정밀도로는 측정이 가능하나, 서브-옹스트롬 (sub-Angstrom) 이하의 정밀도로 측정
 는 것이 불가능하여 초박막의 제조과정에서부터 얻을 수 있는 자기적 특성을 규명
 기에 어려운 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제]

본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 진공상태
 깨뜨리지 않고도 증착과정의 각 부분에서 발생하는 현상들을 모니터링할 수 있는
 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템을 제공하기 위함이다.

본 발명의 다른 목적은 마그네틱 박막의 증착과정중, 마그네틱 박막의 특성을
 브-모노레이어 이하의 정밀도로 측정할 수 있는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메
 시스템을 제공하기 위함이다.

본 발명의 다른 목적은 거대자기저항효과 (Giant Magnetoresistance Effect)
 구와 자기 기록 매체 (Magnetic recording media)의 면적 메모리 밀도 (areal memory
 nsity)를 향상시키기 위해 필수적으로 연구되어야 하는 울트라 자기 박막 멀티레이
 (ultra thin magnetic film multilayers)의 자기적 특성을 규명할 수 있는 인-시류
 마이크로-토크 마그네토메터 시스템을 제공하기 위함이다.

발명의 구성]

상기와 같은 목적을 달성하기 위해 안출된 본 발명의 바람직한 실시예는 증착 스: 인터페로메터의 파이버 단부를 캔티레버 표면과 적정 간격으로 유지해주고 고 시키는 증착헤드: 상기 증착 소스로부터 마그네틱 원자가 입사되어 증착되는 상기 착헤드 내부의 캔티레버: 상기 증착헤드 내부의 캔티레버의 진동을 감지하여 전기 호로 출력하는 인터페로메터: 상기 인터페로메터에서 출력된 전기 신호를 입력받아 상을 180 도 반전시키고, 압전체에 입력되는 신호와 그 위상차를 고정시켜, 캔티레 의 질량 변화에 따른 공명 주파수 변화에 미치는 영향을 최소화하기 위한 위상 고 루프: 상기 위상 고정 루프에서 출력된 위상 반전 신호를 증폭시켜 출력하는 고전 증폭부: 상기 위상 고정 루프에서 출력되어 압전체로 공급되는 위상 반전 신호를 지하는 락-인 앰프: 상기 고전압 증폭부에서 증폭된 위상 반전 신호를 입력받아 상 캔티레버의 진동을 상쇄시키는 압전체: 상기 증착헤드 내부의 코일에 교류전압을 가하기 위하여 캔티레버의 공명주파수에 해당하는 정현파 전압신호를 발생시켜 출 하는 전압공급부: 상기 전압공급부에서 출력된 신호를 증폭시키기 위한 앰프: 및 기 캔티레버 본래의 움직임을 감지한 인터페로메터에서 출력되는 신호와 상기 압전 로 피드백되는 신호를 통하여, 캔티레버 본래의 움직임 및 상쇄된 캔티레버의 움직 을 관측하는 오실레이터:로 이루어진 것을 특징으로 한다.

본 발명의 증착헤드는, 증착 홀이 형성된 증착 쉘드: 상기 증착셸드 내측면에 착되고 상기 앰프로부터 교류전원을 공급받아 박막에 자계를 발생시키는 코일: 상 코일과 이격하여 상기 증착 쉘드의 하면 상부에 설치된 지지판: 상기 지지판에 고 설치되며, 마그네틱 박막의 모멘트를 한 방향으로 정렬시키기 위한 영구자석: 상

증착설드 하면 상부에 설치된 세라믹 물질: 상기 세라믹 물질 상부에 설치된 도전

*: 상기 도전체의 일측단에 설치되는 압전체의 하부전극: 상기 세라믹 물질의 일측과 밀착하여, 상기 도전체 상부에 설치되는 압전체: 상기 압전체 상부에 설치되는 1 구리판: 상기 제 1 구리판 위에 설치되는 증착 홀 플레이트 및 캔티레버: 상기 1 구리판의 일측 하부에 설치되는 압전체의 상부 전극: 상기 캔티레버의 프레임부에 도포된 SUB 포토레지스트: 상기 SUB 포토레지스트 상부에 설치된 제 2 구리판: 상기 제 2 구리판 상부에 고정 설치된 스크루: 및 상기 제 2 구리판 사이에, 상기 2 구리판과 밀착 설치되는 파이버:로 이루어진 것을 특징으로 한다.

이하, 본 발명에 따른 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 구성을 설명하면 다음과 같다.

첨부도면 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명은 증착소스(10), 증착헤드(30), 인터페로미터(50), 위상 고정 루프(60), 고전압 증폭부(70), 앰프(80), 오실레이터(90), 락-인 앰프(100), 컴퓨터(110)로 구성된다. 또한, 상기 위상 고정 루프(60)는 상 감지부(61)와, 루프 필터(62)와, 전압제어 오실레이터(63)의 세 부분으로 구성다.

먼저, 증착 소스(10)와 증착헤드(30)가 UHV 챔버(20)내부에 설치된다. 상기 증착소스(10)는 마그네틱 원자를 증착헤드(30) 내부의 캔티레버(46) 하부 표면으로 공하는 역할을 하며, 상기 증착헤드(30)는 인터페로미터(50)의 파이버(31) 단부와 캔티레버의 표면을 적정 간격으로 유지해주는 역할을 한다.

상기 UHV 챔버 (20) 위에 인터페로미터 (50)가 설치되며, 상기 인터페로미터 (50) 증착헤드 (30) 내부의 캔티레버 (46)의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력한다.

상기 인터페로미터 (50)에서 감지된 전기 신호는 위상 고정 루프 (Phase Locked op, 60)로 전달된다. 상기 위상 고정 루프 (60)는 위상감지부 (Phase detector, 61)와, 루프 필터 (Loop Filter, 62)와, 전압제어 오실레이터 (Voltage Controlled cillator, 63)의 세 부분으로 구성된다.

상기 위상 고정 루프 (60)의 기능은, 압전체 (47)로 입력되는 신호와 인터페로메 (50)에서 출력되는 신호의 위상을 항상 180도로 고정 유지시키는 데 있다. 따라서, 로 인해 캔티레버 (46)의 운동을 상쇄시키고, 증착시 질량추가 효과에 의한 공명 주수의 변화 및 이에 따른 최종 출력신호의 왜곡을 방지하는 역할을 한다.

상기 고전압 증폭부 (70)는 상기 위상 고정 루프 (60)에서 출력된 미세한 신호를 증폭하여 압전체 (47)로 공급하는 역할을 한다.

상기 압전체 (47)에서는 상기 증폭된 위상 반전 신호를 입력받아 상기 캔티레버 (6)의 진동을 상쇄시키는 역할을 하며, 상기 락-인 앰프 (100)에서는 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 위상 반전 신호를 감지하여 컴퓨터 (110)와 같은 저장매체로 달하는 역할을 한다.

한편, 상기 전압공급부 (도면에 미도시)는 상기 증착헤드 (30) 내부의 코일 (33)에 튜전압을 인가하기 위하여 캔티레버 (46)의 공명주파수에 해당하는 정현파 전압신호 발생시켜 출력하는 역할을 한다.

상기 앰프 (80)는 상기 전압공급부에서 출력된 신호를 증폭시키기 위한 역할을 한다.

또한 상기 오실레이터는 상기 캔티레버 (46) 본래의 움직임을 감지한 인터페로메 (50)에서 출력되는 신호와 상기 압전체 (47)로 피드백되는 신호를 통하여, 상기 캔티레버 (46) 본래의 움직임 및 상채된 캔티레버 (46)의 움직임을 관측하는 역할을 한다.

상기 캔티레버 (46) 본래의 움직임이란 박막의 자기 모멘트에 회전력이 가해져 막이 증착된 캔티레버 (46)가 상하로 진동할 때의 움직임을 말하며, 상채된 캔티레버 (46)의 움직임이란 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 위상 반전 신호가 상기 압전체 (47)에 입력되어 캔티레버 (46)의 본래의 움직임이 상채되었을 때의 움직임을 말한다.

한편, 상기 증착헤드 (30)의 구성은 다음과 같다.

한편, 첨부도면 도 2에 도시된 바와 같이, 증착 헤드 (30)는 원통형의 증착 드 (32) 중앙에 증착 홀 (31)이 형성된다. 상기 증착 쉴드 (32)는 박막의 증착시 증착 드 (30) 내부의 모든 부분을 보호하는 역할을 한다.

상기 원통형의 증착 쉴드 (32)의 내측면에 코일 (33)이 부착된다. 상기 코일 (33)자계 (torque-field)를 발생하는 역할을 한다.

상기 코일 (33)과 이격하여 상기 증착 쉴드 (32)의 하면 상부에 지지판 (34) 세로 설치되며, 상기 지지판 (34)에 영구자석 (SmCo magnet, 35)이 고정 설치된다. 상기

구자석 (35)은 마그네틱 박막의 모멘트를 한 방향으로 정렬시키며, 상기 지지판 (34)

상기 자석을 지지하는 역할을 하며, 재질은 구리 (cu)로 이루어진다.

한편, 원통형의 증착 설드 (32) 하면 상부에 세라믹 물질 (36)이 설치된다. 상기 세라믹 물질 (36)은 상기 증착설드 (32)와 압전체 하부 전극 (38)과의 전기적인 격리를 해 설치된다.

상기 세라믹 (36)물질 상부에 도전체 (37)가 설치되며, 상기 도전체 (37) 중 도면 우측에 위치한 도전체의 우측단에 압전체의 하부 전극 (38)이 부착 설치된다. 상기 압전체의 하부 전극 (38)은 상기 도전체 (37)에 전압을 인가하는 역할을 한다. 상기 도전체는 구리 (cu)로 이루어진다.

또한, 상기 세라믹 (36) 물질의 일측면과 밀착하여, 상기 도전체 (37) 상부에 압전체 (47)가 설치된다. 상기 압전체 (47)는 캔티레버 (46)의 운동을 상쇄시키기 위해 드백 (feedback)용 진동을 발생한다.

상기 압전체 (47) 상부에 제 1 구리판 (45)이 설치되며, 상기 제 1 구리판 (45) 일 하부에 압전체의 상부전극 (39)이 설치된다. 상기 압전체의 상부 전극 (39)은 제 2 리판 (44)에 전압을 인가하는 역할을 한다.

상기 제 1 구리판 상부에는 증착 홀 플레이트 (48) 및 캔티레버 (46)가 설치된다.

첨부도면 3은 캔티레버 (46)와 증착 홀 플레이트 (48)의 구조를 나타낸 도면이다 첨부도면 도 3에 도시된 바와 같이, 캔티레버 (46)는 프레임 (46a), 레그 (46b), 패 (46c)의 세 부분으로 나뉜다.

첨부도면 4 는 캔티레버 (46) 와 증착 홀 플레이트 (48) 가 결합된 구조를 나타낸
면이다.

상기 첨부도면 도 4 에 도시된 바와 같이, 증착 홀 플레이트 (48) 와 캔티레버
6) 는 결합된 구조를 이루고 있다. 상기 증착 홀 플레이트 (48) 는 캔티레버의 레그
6b) 에 박막이 증착하지 않도록 하고, 캔티레버의 패들 (46c) 에만 박막을 증착시키는
함을 한다.

상기 캔티레버의 프레임 (46c) 상부에는 SU8 포토레지스트 (43) 가 도포된다. 상기
8 포토레지스트 (43) 는 캔티레버의 패들 (46c) 과 파이버 (40) 단부와의 간격을 일정하
유지하기 위한 역할을 한다. 상기 캔티레버의 패들 (46c) 과 파이버 (40) 단부와의
격은 $5\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다.

상기 SU8 포토레지스트 (43) 상부에 제 2 구리판 (44) 이 설치되며, 상기 제 2 구
판 (44) 상부에 스크루 (49) 가 고정 설치된다. 상기 스크루 (49) 는 캔티레버 (46) 를 압
체 상부 전극 (39) 에 고정시키기 위해 설치된다.

또한 상기 제 2 구리판 (44) 사이 중앙에 파이버 (40) 가 상기 제 2 구리판 (44) 과
착 설치된다. 상기 파이버 (40) 의 기본 구조는 파이버 코어 (fiber core, 41) 와 클래
(clad, 42) 로 이루어진다. 상기 파이버 코어 (41) 의 지름은 약 $5\mu\text{m}$ 인 것이 바람직하
.

상기와 같이 구성된 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템의 작용에 대해
설명하면 다음과 같다.

상기 침부도면 도 1에 도시된 바와 같이, 증착과정 동안에, 증착 소스 (deposition source,10)로 부터 증착헤드 (30) 내부의 캔티레버 (cantilever,46)의 하 표면으로 마그네틱 원자(Magnetic Atom)가 증착된다. 상기 캔티레버 (46) 하부표면 증착된 마그네틱 원자는 증착과정 동안 성장하여 박막을 형성한다.

한편, 영구 자석 (SmCo Permanent Magnet,35)은 박막에 자기장 (bias field)를 만들고, 상기 자기장에 의해 박막의 자기 모멘트 (Magnetic Moment)가 자기력선의 방향으로 정렬된다.

이 때, RF 코일 (33)과 연결된 전압공급부 (도면에 미도시)에서는 캔티레버 (46)의 공명주파수에 해당하는 정현파 전압신호를 발생시켜 앰프 (80)로 입력한다.

상기 앰프 (80)에서는 전압공급부에서 출력된 정현파 전압신호를 증폭시킨후 상 RF 코일 (33)에 전달한다. 상기 RF코일 (33)에 전달된 정현파 전압신호는 상기 RF 코일 (33)에 교류 전압을 인가해서 자계 (AC torque field)를 발생시키는 역할을 한다.

따라서, RF 코일 (33)에 흐르는 교류에 의해 발생하는 자계 (AC torque field)가, 기 박막에 수직방향으로 인가되므로 자기력선의 방향으로 정렬된 박막의 자기 모멘트에 회전력 (torque)을 발생시켜, 박막이 증착된 캔티레버 (46)를 상하로 진동시킨다.

한편, 상기 캔티레버 (46)의 공명 주파수 (resonance frequency)는 12 ~ 13 kHz이며, 이러한 공명 주파수에서 상기 캔티레버 (46)는 등속하게 되는데, 이는 박막의 기 모멘트로 감지된 신호의 안정화를 위해서이다.

한편, 첨부도면 도 5와 도 6을 참조하여, 상기 마그네틱 박막에 인가되는 회전
 *을 구한다. 즉, 인가되는 회전력 $T = M \times B_T = \mu_0 m H_T$ 이며, 상기 자기 박막에 가해진
 전력에 의한 캔티레버 (46)의 이동변위는 다음과 같다.

$$\text{즉, 이동변위 } Z = 6 T_H l_c^2 / E w_c t_c^3 = 6 \mu_0 m H_T l_c^2 / E w_c t_c^3 = 6$$

$0 M_s t_f a_f H_T l_c^2 / E w_c t_c^3$ 이다. 여기서, l_c 는 캔티레버 (46)의 길이, μ_0 는 자유공간에서
 투자율, M_s 는 포화 자화도, a_f 는 자기 박막의 증착 면적, H_T 는 회전자계 (torque
 eld), $T_H = \mu_0 M_s t_f a_f H_T$ 은 자기 회전력 (magnetic torque), w_c 는 캔티레버 (46)의
 , t_c 는 캔티레버 (46)의 두께, t_f 는 박막의 두께를 말한다.

한편, 상기 캔티레버 (46)의 진동은 레이저 다이오드 인터페로미터 (Laser Diode
 terferometer, 50)에 의해 감지된다. 상기 레이저 다이오드 인터페로미터 (50)에 의
 감지된 신호는 위상 고정 루프 (60)를 통해 위상이 180도 반전된 경현파 신호를 출
 한다.

상기 위상 고정 루프 (60)에서 위상이 180도 반전되는 과정을 살펴보면 다음과
 다.

먼저, 위상 고정 루프 (60)내의 상기 위상감지부 (phase detector, 61)는 상기 인
 페로미터 (50)에서 출력되는 신호와 전압제어 오실레이터 (63)를 거쳐 압전체 (47)로
 력되는 신호의 위상차를 dc 볼트로 측정한다.

상기 루프 필터 (Loop Filter, 62)는 전압제어 오실레이터 (63)의 콘트를 전압으로
 용하기 위해 상기 위상감지부 (61)에서 출력된 신호를 부드럽게 만들어서 출력한다.

상기 루프 필터 (62)에서 출력된 신호는 최종적으로 전압제어 오실레이터 (63)를 통하여 위상이 180도 반전된 정현파 (sinusoidal) 신호로 바뀌어 위상감지부 (Phase tector, 61)로 피드백되어 위상 고정되는 한편, 고전압 증폭부 (70)를 통하여 전체 (47)에 공급된다.

상기 고전압 증폭부 (70)는 전압제어 오실레이터 (63)에서 출력된 미세한 위상 반신호를 증폭시키는 역할을 한다. 또한 상기 위상 반전된 정현파 신호는 락-인 앰프 (100)에서 감지된다.

한편, 상기 위상 고정 루프 (60)에서 출력된 위상 반전 신호는 고전압 증폭부 (70)를 거쳐서, 상기 캔틸레버 (46)의 하부에 있는 압전체 (piezo electric material, 47)로 피드백 (feedback)되어진다. 이러한 과정을 액티브 피드백 (Active edback) 과정이라 한다.

상기 액티브 피드백 (Active feedback) 과정을 통해, 캔틸레버 (46)는 진동이 없는 상태로 돌아가게 된다. 여기서, 액티브 피드백을 사용하는 이유는 증착과정 안에, 증착 소스 (deposition source, 10)로부터 캔틸레버 (46)의 하부표면으로 마그네틱 원자가 이동하면서, 캔틸레버 (46)의 질량을 증가시켜, 공명주파수를 변화시키는 질량 로딩 효과 (mass loading effect)를 최소화하고 온도변화에 따른 일래스틱 모듈러스 (elastic dulus) 효과를 최소화하기 위해서이다.

한편, 오실레이터는 (Oscillator, 80)는 상기 캔틸레버 (46) 본래의 움직임을 감지한 인터페로메터 (50)에서 출력되는 신호와 상기 압전체 (47)로 피드백되는 신호를 하여, 캔틸레버 (46)의 본래의 움직임 및 상쇄된 움직임을 관측한다.

한편 상기 위상 고정 루프 (60)를 통과한 위상 반전 신호는 고전압 증폭부 (70)를 거쳐 압전체 (47)로 피드백 되는 동시에, 상기 위상 반전 신호의 진폭(amplitude)은 기 박막 모멘트로 전환가능한 증강 신호로 변환되어 락-인 앰프(Lock-in amp,100)에서 감지되어, 컴퓨터(110)와 같은 저장 매체로 전달된다.

상기 락-인 앰프(100)는 노이즈의 영향을 받지 않고 정확한 측정을 가능하게 하 위해 사용된다.

이 때, 압전체 (47)로 피드백되는 위상 반전 신호의 진폭은 박막의 자기 모멘트 비례하며, 이를 통해 증착과정중 자기 모멘트(magnetic moment)를 모니터링하게 다.

이 때, 측정된 박막의 자기 모멘트와 이론적인 값을 비교하기 위해서는, 인터페 메터 (50)에 의해 감지된 신호의 진폭을 자기 모멘트로 변환하여 주는 다음과 같은 식이 필요하다.

$$M_{\text{static}} = E_{\text{c}} t_{\text{c}}^3 \lambda \Delta i / 6 \mu_0 H_{\text{f}} t_{\text{c}}^2 4 \pi V_{\text{io}}$$

이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에게 해 다양한 변형과 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 포함되는 본 명의 취지와 범위에 포함된다.

발명의 효과]

이상에서 설명한 본 발명은 인-시류 모니터링 방식으로 모든 증착과정을 관측할 있는 효과가 있다.

• 또한, 본 발명은 자기 박막의 증착과정 중 서브-응스트롬 이하의 정밀도로 박막 특성을 관측할 수 있으며, 또한 원자 레벨의 증착까지 감지할 수 있는 효과를 달성할 수 있다.

또한, 본 발명은 액티브 피드백 시스템을 이용하여 증착과정 동안에, 증착스(deposition source)로 부터 캔티레버의 하부표면으로 마그네틱 원자가 이동하면, 캔티레버의 질량을 증가시켜, 공명주파수를 변화시키는 것(mass loading effect) 최소화하고 온도변화에 따른 일래스틱 모듈러스 (elastic modulus) 효과를 최소화는 효과를 달성할 수 있다.

특허청구범위]

청구항 1]

증착 소스:

인터페로메터의 파이버 단부를 캔티레버 표면과 적정 간격으로 유지해주고 교
시키는 증착헤드:

상기 증착 소스로부터 마그네틱 원자가 입사되어 증착되는 상기 증착헤드 내부
캔티레버:

상기 증착헤드 내부의 캔티레버의 진동을 감지하여 전기 신호로 출력하는 인터
로메터:

상기 인터페로메터에서 출력된 전기 신호를 입력받아 위상을 180 도
전시키고, 압전체에 입력되는 신호와 그 위상차를 고정시켜, 캔티레버의 질량 변화
따른 공명 주파수 변화에 미치는 영향을 최소화하기 위한 위상 고정 루프:

상기 위상 고정 루프에서 출력된 위상 반전 신호를 증폭시켜 출력하는 고전압
폭부:

상기 위상 고정 루프에서 출력되어 압전체로 공급되는 위상 반전 신호를 감지하
락-인 앰프:

상기 고전압 증폭부에서 증폭된 위상 반전 신호를 입력받아 상기 캔티레버의
동을 상쇄시키는 압전체:

상기 증착헤드 내부의 코일에 교류전압을 인가하기 위하여 캔티레버의 공명주파
에 해당하는 정현파 전압신호를 발생시켜 출력하는 전압공급부:

- 상기 전압공급부에서 출력된 신호를 증폭시키기 위한 앰프; 및
- 상기 캔티레버 본래의 움직임을 감지한 인터페로메터에서 출력되는 신호와 상압전체로 피드백되는 신호를 통하여, 캔티레버 본래의 움직임 및 상채된 캔티레버 움직임을 관측하는 오실레이터;
- 로 이루어진 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궤구항 2]

- 제 1 항에 있어서, 상기 인터페로메터는,
- 레이저 다이오드 인터페로메터인 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궤구항 3]

- 제 1 항에 있어서, 상기 위상 고정 루프는,
- 상기 인터페로메터에서 입력되는 신호와 위상 고정 루프에서 출력되는 신호의 상차를 dc 볼트로 측정하기 위한 위상 감지부와, 상기 위상 감지부에서 출력된 신호를 부드럽게 하기 위한 루프 필터 및 상기 루프 필터에서 출력된 신호를 입력받아 현파 신호로 변환하여 출력하는 한편, 상기 경현파 신호를 상기 위상 감지부로 피드백하여 위상 고정하기 위한 전압제어 오실레이터로 이루어지는 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궤구항 4]

- 제 1 항에 있어서, 상기 증착헤드는,

증착 흡이 형성된 증착 설드:

상기 증착설드 내측면에 부착되고 상기 앰프로부터 교류전원을 공급받아 박막

자계를 발생시키는 코일:

상기 코일과 이격하여 상기 증착 설드의 하면 상부에 설치된 지지판:

상기 지지판에 고정 설치되며, 마그네틱 박막의 모멘트를 한 방향으로 정렬시

기 위한 영구자석:

상기 증착설드 하면 상부에 설치된 세라믹 물질:

상기 세라믹 물질 상부에 설치된 도전체:

상기 도전체의 일측단에 설치되는 압전체의 하부전극:

상기 세라믹 물질의 일측면과 밀착하여, 상기 도전체 상부에 설치되는 압전체:

상기 압전체 상부에 설치되는 제 1 구리판:

상기 제 1 구리판 위에 설치되는 증착 흡 플레이트 및 캔티레버:

상기 제 1 구리판의 일측 하부에 설치되는 압전체의 상부 전극:

상기 캔티레버의 프레임 상부에 도포된 SU8 포토레지스트:

상기 SU8 포토레지스트 상부에 설치된 제 2 구리판:

상기 제 2 구리판 상부에 고정 설치된 스크루: 및

상기 제 2 구리판 사이에, 상기 제 2 구리판과 밀착 설치되는 파이버:

로 이루어진 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 5]

제 2 항에 있어서, 상기 증착 쉴드는,

박막의 증착시 상기 증착헤드 내부의 모든 부분을 보호하기 위한 것을 특징으로

하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 6]

제 2 항에 있어서, 상기 지지판은,

재질은 구리 (cu)이며, 상기 영구자석을 지지하기 위한 것을 특징으로 하는 인-

류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 7]

제 2 항에 있어서, 상기 세라믹 물질은,

상기 증착 쉴드와 상기 압전체의 하부 전극과의 전기적인 격리를 위한 것을 특

으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궂구항 8]

제 2 항에 있어서, 상기 도전체는,

재질이 구리 (cu)인 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시

템.

궂구항 9]

제 2 항에 있어서, 상기 하부 전극은,

상기 도전체에 전압을 인가하기 위한 것을 특징으로 하는 인-시류 마이크로-토

마그네토메터 시스템.

궡구항 10]

제 2 항에 있어서, 상기 압전체는,

상기 캔티레버의 운동을 상쇄시키기 위해 피드백용 진동을 발생하기 위한 것을
경으로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궡구항 11]

제 2 항에 있어서, 상기 증착 홈 플레이트는,

재질은 실리콘 (Si) 이며, 상기 캔티레버의 레그 (leg) 에는 박막이 증착되지 않도
하고, 상기 캔티레버의 패들 (paddle) 에만 박막을 증착시키기 위한 것을 특징으로
는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궡구항 12]

제 2 항에 있어서, 상기 SU8 포토레지스트는,

캔티레버의 패들과 파이버 단부와의 간격을 5 μm 로 유지하기 위한 것을 특징
로 하는 인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

궡구항 13]

제 2 항에 있어서, 상기 스크루는,

상기 캔티레버를 상기 압전체 상부 전극에 고정시키기 위한 것을 특징으로 하는
인-시류 마이크로-토크 마그네토메터 시스템.

【도면】

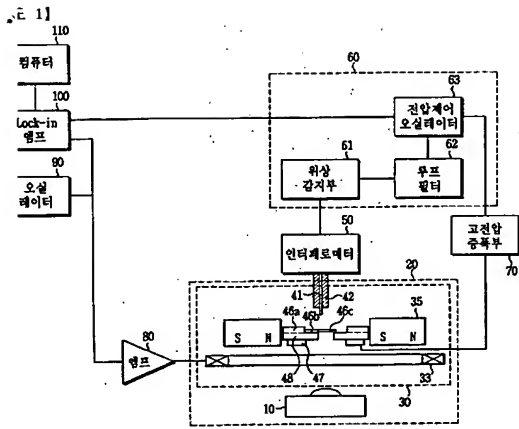
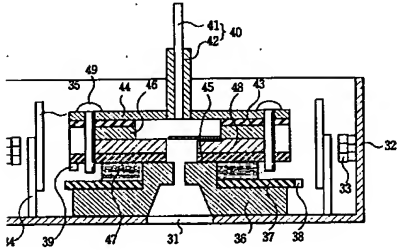
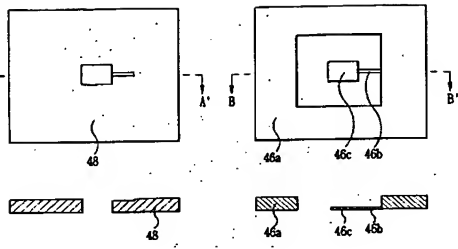


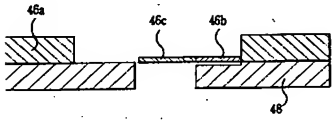
Fig. 2



E 3)



E 4)



E 5)

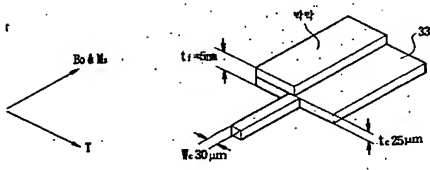
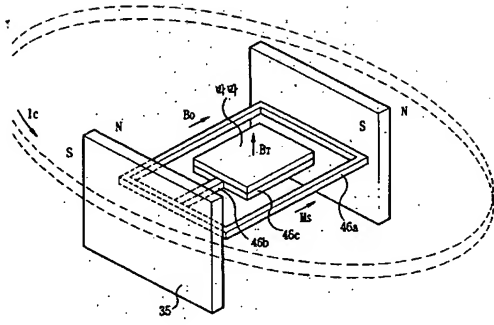


Fig. 6]



Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/KR04/002194

International filing date: 01 September 2004 (01.09.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: KR
Number: 10-2003-0061235
Filing date: 02 September 2003 (02.09.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 13 September 2004 (13.09.2004)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse